

<論文>

# 降水頻度 및 降雨強度의 時空的 分布分析에 關한 研究

(A Study on the Analysis of Time-Regional Distribution of Precipitation Frequency and Rainfall Intensity in Korea)

李 在 浚\*

Jae-Joon, Lee

孫 廣 翼\*\*

Kwang-Ik, Son

李 元 煥\*\*\*

Won-Hwan, Lee

李 吉 春\*\*\*\*

Kil-Choon, Lee

## —ABSTRACT—

In this study, South Korea is divided into 5 zones and is studied about the analysis of time-regional distribution of precipitation frequency and rainfall intensity in Korea.

In the precipitation frequency analysis, the basic data groups of 39 stations were selected. The diagram of precipitation frequency was drawn, and the time-regional distribution of precipitation frequency was analyzed.

In the rainfall intensity analysis, the basic data groups of 36 stations were selected. The probable rainfall, I-D-F curve, and regression equation between 24hr. and 10min.-18hr. areal depth were obtained.

The results of this study are following;

- 1) The precipitation class of max. recurrence probability in every season except summer was commonly (1) 1~5mm, (2) 0.1~1mm, (3) 5~10mm in order.
- 2) The zone of max. recurrence frequency owing to the precipitation class was zone II in precipitation frequency of below 20mm, zone IV in precipitation frequency of 30~40mm, zone I in precipitation frequency of above 70mm for a year.
- 3) The recurrence probability of precipitation in Korea can be represented to the equation of exponential function;

$$W(X) = e^{(A+B \cdot X)}$$

- 4) The first and third zones were expected heavy rain for the short and long duration.

\* 연세대 대학원

\*\* 연세대 대학원

\*\*\* 연세대 교수

\*\*\*\* 단국대 부교수

- 5) The I-D-F curves were drawn, and are established that the time interval for the least deviation of I-D-F curve is 10~40min., 40min.-4hr., 4~24hr.
- 6) The regression equations of areal mean depth between 24hr. and 10min.-18hr. for each zone were obtained.
- 7) The probable rainfall of 36 points were calculated.

## 要 旨

본 연구는 우리나라의 강수빈도 및 강우강도의 시간적, 공간적 분포분석에 관한 것으로 전국을 5개의 권역으로 나누어 분석을 실시하였다.

강수빈도 해석은 39개 지점을 대상지점으로, 강우강도 해석은 36개 지점을 대상지점으로 하여 강수빈도 분포도의 작성과 강수빈도 분포의 시간적, 공간적인 해석 고찰, 각 지점 및 권역별 확률 강우량과 강우 강도식 및 각 강우기간별 회귀직선식을 유도, 제시하였다.

본 연구의 결과는 다음과 같다.

- (1) 각 권역내의 최다발생빈도 강수량 계급은 여름철을 제외한 모든 기간이 공히 1) 1~5mm, 2) 0.1~1.0mm, 3) 5~10mm 順이었다.
- (2) 강수량 계급에 따른 최다발생빈도 권역은年間 20mm 이하의 강수빈도는 II권역, 30~40mm의 강수빈도는 IV권역, 70mm 이상의 강수빈도는 I권역이었다.
- (3) 우리나라 전역에 있어서 강수량의 생기확률은 지수함수의 식으로 대표할 수 있음을 알았다.  
( $W(x) = e^{-\alpha + \beta x}$ )
- (4) 전국의 5개 권역 중 I권역은 長時間 지속, III권역은 短前間 지속 집중 호우지역으로 판단되었다.
- (5) 강우형태는 10분~40분, 40분~4시간, 4시간~24시간으로 크게 나눌 수 있었으며, 이들 구간에 대해 지점별 확률 강우 강도식을 유도하였다.
- (6) 각 권역별로 24시간과 10분~18시간 지속시간과의 강우량 상관식을 유도, 도시하였다.
- (7) 36개 지점에 대한 확률 강우량을 제시하였다.

## 1. 序 論

물이 우리 人類에게 重要한 資源으로서 그 存在價値를 認定받게 된 것은 人口의 激增과 産業施設의 膨脹에 따르는 물 수요의 急激한 增加에 起因된다고 판단되며 反面에 最近 우리나라의 産業 발달 및 人口의 都市集中으로 인한 林野地域의 都市化에 따른 雨水流出量의 증가 및 도달시간의 감소로 인하여 頻繁한 浸水被害의 發生도 看過할 수 없는 一大 當面課題라고 생각된다.

앞으로 生活水準이 向上될수록 이와 같은 傾向은 더욱 현저히 대두될 것이며, 우리나라 水資源 需要量은 平常時 流出量 257億톤中 실제 이용량은 1976年末에 128億톤, 1978年末에 158億 7,400萬톤, 1981년에 179億톤으로 알려져 있다.

그러나 앞으로의 全國 用水需要展望으로 보면 1991년에 242億 7,700萬톤 그리고 2001년에는 281億 7,900萬톤이 所要될 것으로 보아 別途의 대책이 시급히 요망되고 있는 實情이다.

특히 우리나라는 雨秀인 6~8월에 年降水量의 50%以上이 발생되며, 都市化 및 産業化와 더불어 洪水被

害의 激增과 環境汚染을 더욱 加速化시키고 있다.

以上과 같은 實情을 감안할 때 그 동안 축적된 각종 측정자료를 총 망라해서 水文氣象學의 側面的 總合적인 면밀한 分析을 實施할 必要性을 느끼며 國家的 次元의 利水 및 治水에 對한 基本자료를 選別함으로써 現在 우리나라에서 使用되고 있는 氣象水文量을 再評價하여 국가발전에 차질이 없도록 하여야 할 것이다.

以上과 같은 基本資料 選別을 위한 研究는 日本의 久野重一郎<sup>1)</sup>이 일본의 강우현상의 새로운 법칙에 대한 연구를 발표하였고, 志賀是文<sup>2)</sup>은 강우특성에 대한 연구를 하였다. 小林康江, 石部幽香子<sup>3)</sup>는 강수빈도해석의 본격적인 연구를 실시하여 日本內 雨量의 度數分布에 對한 統計的인 結果를 發表하였다. 그러나 산업혁명 이후 도시화가 진행되어 도시와 그 주변의 기상에 크고 작은 변화가 생김으로써 도시에 대한 강수분포형태를 연구 고찰하기에 이르렀으며 Changton,<sup>4)</sup> Buish-and<sup>5)</sup> 등의 연구가 발표되어 있다.

한편, 河川이나 都市下水道의 排水 및 治水計劃에 必要한 確率降水量의 算定은 1885年, Nipher로부터 출발하여 Talbot, Mayer, Sherman, Gumbel<sup>6)</sup> 등에 의해

알려졌으며, 1961年 Hersfield<sup>7)</sup> 등에 의하여 確率降雨量圖가 미국에서 발표되었다. 日本에서는 石黑政儀<sup>8),9)</sup>에 의하여 1959, 1961년에 Japanese型的 강우강도식과 특성계수법에 의한 연구가, 그리고 國內에서는 1967年 李元煥<sup>10)</sup>의 확률강우강도식 유도를 시작으로 崔, 朴, 李, 邊, 趙, 韓<sup>11),12),13),14),15)</sup> 등의 연구가 이루어졌다. 한편 地域頻度解析은 1970年을 前後하여 F.C. Bell, E.E. Farne, Bagherathan, Show<sup>16),17),18)</sup>가 各各 주어진 地點資料를 利用하여 地域頻度解析을 실시하였다.

1.1. 研究目的 및 範圍

本 研究은 우리나라 全域의 강수빈도 분포도를 작성함으로써 지역별로 또한 강수량별 분포상황을 일목요연하게 파악할 수 있게 하고 수자원의 지역별 및 계절별 적기 확보방안 수립의 기초자료를 제시함과 동시에 강우량의 지점 및 지역빈도 해석을 실시하여 各 地點 및 圈域別 확률 강우량과 강우강도식 및 各 降雨期間別 회귀직선식을 유도하여 치수방제분야의 계획강우량 설정 기준을 提示함으로써 환경개선과 홍수피해를 줄이고자 함에 本 研究의 目的이 있다.

1.2. 研究內容

本 研究의 內容은 다음과 같다.

- (1) 降水量別 降水頻度分布圖 作成
- (2) 降水頻度 分布의 解析考察
- (3) 降雨量 地點頻度 解析
- (4) 降雨量 地域頻度 解析
- (5) 水資源 確保方案
- (6) 治水防災를 위한 計劃降雨量 設定

1.3. 研究方法

本 研究의 研究方法은 다음과 같다.

- (1) 年度別로 降水量의 階級別 降水日數의 頻度를 觀測所별로 조사하여 강수빈도 분포도를 작성한다.
- (2) 강수빈도 분포를 시간적, 공간적으로 分析하여 그 特性을 파악한다.
- (3) 正常年 統計年數(30年) 以上の 자기우량 보유지점에 대하여 지속시간별(10, 20, 30, 40, 60分 및 2, 4, 6, 12, 18, 24時間) 매년 최대 우량치로서 확률 강우량 및 확률강우강도식을 유도 제시한다.
- (4) 연속 25年 이상의 매년 1日 最大雨量資料 保有 地點을 對象으로 전국적인 지역빈도 해석을 실시하고 확률일우량과 확률시간우량(10, 20, 30, 40, 60分, 2, 4, 6, 12, 18時間)과의 회귀직선식을 작성한다.
- (5) 앞의 (1), (2)항의 결과를 이용하여 수자원 확보 방안을 제시한다.
- (6) 앞의 (3), (4)항의 결과를 이용하여 치수방제를

위한 계획강우량을 설정 제안한다.

2. 기본자료 및 권역구분

2.1. 基本資料

2.1.1. 雨量觀測地點

本 연구에서 必要한 基本資料<sup>19),20)</sup>들을 採取한 우량 관측지점은 전국에서 39개 지점(강수빈도 해석) 및 36개 지점(강우강도 해석)을 대상지점으로 하였으며 이들 지점의 내역은 Table 2-1, 2와 같다.

Table 2-1. 강수빈도 해석 기본자료 일람표

Zone & Site	Duration of Records		
	Recording Year	年 數	
I	In cheon	1952~1979	28
	Seoul	1954~1979	26
	Chun Cheon	1965~1980	16
	In Je	1965~1979	15
	Yang Pyung	1965~1980	16
	Yong In	1965~1979	15
	Won Ju	1965~1979	15
	Chung Ju	1965~1980	16
	Je Cheon	1965~1980	16
	Jeong Seon	1965~1979	15
II	Seo San	1965~1979	15
	Pyung Taek	1965~1978	14
	On Yang	1965~1978	14
	Kong Ju	1965~1979	15
	Bu Yeo	1965~1980	16
	Ok Cheon	1965~1979	15
	Chu Pung Ryung	1953~1979	27
	Jeon Ju	1951~1979	29
	III	Young Kwang	1965~1978
Kwang Ju		1951~1979	29
Nam Won		1965~1979	15
Mok Po		1951~1979	29
Bo Seong		1965~1979	15
Ha Dong		1965~1979	15
Yeo Su		1951~1979	29
IV	Young Ju	1965~1979	15
	Eui Sung	1965~1980	16
	Dae Gu	1951~1979	29
	Geo Chang	1965~1979	15
	Ko Ryung	1965~1979	15
	Chang Nyung	1965~1979	15
	Ma San	1965~1978	14
V	Yang Yang	1965~1979	15

Kang Reung	1952~1979	28
Ul Jin	1965~1980	16
Young Deok	1965~1979	15
Po Hang	1951~1979	29
Ul San	1951~1979	29
Bu San	1951~1979	29

*Ul San	26	26	35	25
*Bu San	39	39	77	38

Table 2-2 우량자료 통계년수 일람표  
(단위 : 年)

Zone & Site	Duration	10 min. 1, 6 hr. 1day 20, 30, 40min. 2, 4, 12, 18 hr.			
		10 min.	1, 6 hr.	1day	20, 30, 40min. 2, 4, 12, 18 hr.
1	*In Cheon	28	28	29	27
	*Seoul	65	65	66	64
	Chun Cheon	14	14	24	.
	In Je	.	8	24	.
	Yang Pyung	.	8	21	.
	Yong In	.	.	20	.
	Won Ju	.	.	20	.
	Chung Ju	.	8	24	.
	Je Cheon	.	8	21	.
	Jeong Seon	.	.	21	.
2	Seo San	9	9	21	.
	Kong Ju	.	.	20	.
	Bu Yeo	.	8	24	.
	Ok Cheon	.	8	24	.
	*Chu Pung Ryung	23	23	24	23
	*Jeon Ju	41	41	65	41
3	Young Kwang	.	8	20	.
	*Kwang Ju	40	40	67	40
	Nam Won	.	8	21	.
	*Mok Po	57	57	77	57
	Bo Seong	.	.	20	.
	Ha Dong	.	8	21	.
	*Yeo Su	26	26	61	26
4	Young Ju	.	8	20	.
	Eui Sung	.	8	20	.
	*Dae Gu	64	64	73	63
	Geo Chang	.	8	21	.
	Ko Ryung	.	.	20	.
	Chang Nyung	.	.	23	.
	Ma San	.	.	20	.
5	*Kang Reung	22	22	68	21
	Ul Jin	.	8	21	.
	Young Deok	.	8	20	.
	*Po Hang	26	26	30	25

\*; 자기우량 지점

2.1.2. 우량기록 통계년수

본 연구를 위해 선정된 우량관측지점의 우량기록 통계년수는 Table 2-1, 2에 수록된 바와 같다.

2.1.3. 기본자료 설정 경위

수문학에서 頻度解析을 위한 기본자료치 계열은 通節하고(relevant), 充分하고 (adequate), 正確해야(accurate) 한다.

降水頻度解析의 기본자료는 主된 對象記錄이 日降水量 觀測記錄이다. 國內 日降水量 觀測期間은 觀測地點에 따라서는 正常年 統計年數에 未洽한 地點이 相當히 많으나 降水頻度解析面에서는 別支障이 없을 것으로 생각된다. 그리하여 강수빈도 해석에서는 기본자료로서 전국에서 총 39개 지점을 대상 지점으로 택하고 月別, 季節別, 年間に 대한 계급별 강수빈도수를 채택하기로 하였다.

또한, 강우강도 해석에서는 일반적으로 정상년 통계년수를 30年으로 한다는 이론은 적용하였으나 6·25 동란을 전후한 자료 결측으로 지점분포상황과 시계열성 등을 고려하여 최소 20年 이상의 日雨量 資料를 보유하고 있는 24개 지점과 자기우량기록치를 보유하고 있는 12개 지점을 합하여 36개 지점을 대상지점으로 채택하고, 기본자료로서는 10分~24時間의 每年 最大値를 채택하였다.<sup>19),20)</sup>

2.2. 권역 구분

2.2.1. 권역 설정의 기본구상

降雨量의 分布가 時空的인 變化를 하고 있음에 비추어 보아 全國土面積을 一律的으로 同一分布로 取扱하는 것은 無理하다고 본다. 따라서 본 연구에서는 雨量分布가 緯度, 標高, 海岸으로부터의 거리, 秀節風向 및 地形의 開放度 等에 따라 分化되고 있다는 사실에 立脚하여 地形上으로 본 산맥과 風向, 그리고 河川流域界 等を 감안하여 구분하기로 하였다.

2.2.2. 권역 구분 결정

2.2.1에서 前述한 바와 같이 지역빈도 해석을 실시하기 위한 권역을 수문기상학적인 조건 및 지형조건을 考慮하여 Fig. 2-1과 같이 5개 권역으로 구분하였다.

2.3. 降水頻度 資料

2.3.1. 강수량 계급별 자료

강수빈도 해석을 위한 기본자료로서 강수량 계급별로 강수빈도를 각 관측지점별로 採取하였다.

본 연구에서 채택한 강수량 계급은  $\geq 0.1$ ,  $\geq 1.0$ ,

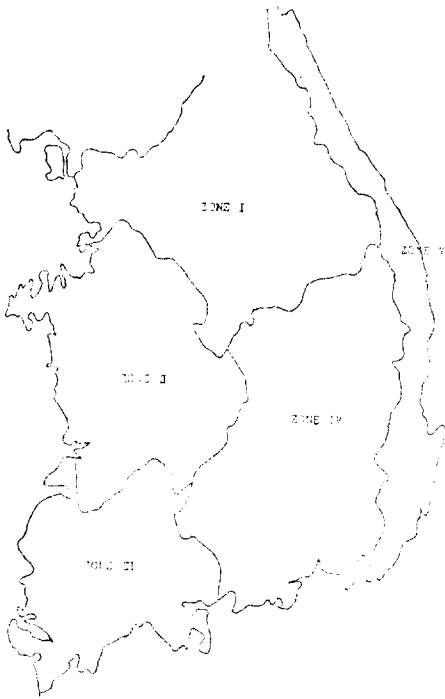


Fig. 2-1. Division of zones

$\geq 5.0, \geq 10.0, \geq 20.0, \geq 30.0, \geq 40.0, \geq 50.0, \geq 60.0, \geq 70.0, \geq 80.0, \geq 90.0, \geq 100.0, \geq 150.0, \geq 200.0, \geq 250.0, \geq 300.0, \geq 350.0, \geq 400.0\text{mm}$ 의 19개로 구분하였다.

2.3.2. 時間的 分布 資料

강수빈도 해석을 위한 시간적 기본자료로서 기간별로는 전국 39개 지점을 對象으로 月別(1~12月), 季節別(봄, 여름, 가을, 겨울), 年間 等 19개 種類(2.3.1 참조)에 따른 강수빈도 자료치 계열을 取하였다. 이들의 통계년수는 Table 2-1의 통계년수와 같다.

2.3.3. 空間的 分布 資料

공간적 분포분석을 위해 전국을 5개의 권역으로 나누었고, 각 권역別 對象地點은 제 1 권역에 10개, 제 2 권역에 8개, 제 3, 4, 5 권역에 각각 7개씩이다. 각 권역別 관측지점의 내역은 Table 2-1에 수록한 바와 같다.

공간적 분포자료의 지속시간은 月別, 季節別, 年間을 擇하였고 강수량 계급에 따라 Thiessen's method를 利用하여 分析하였다.

2.4. 降雨強度 解析 資料

2.4.1. 時間的 分布 資料

本 研究에서는 長期間 자기우량 기록지를 保有하고 있는 主要 12개 지점의 각 지속시간별(10, 20, 30, 40, 60, 80分, 2, 4, 6, 12, 18, 24時間) 每年 最大雨量值

系列을 基本資料 集團으로 擇하였으며 결측치 보완은 Fourier Series, Trend Diagram Method, Mean Value Method를 使用하였다.

2.4.2. 空間的 分布 資料

一般的으로 雨量 解析에 있어서는 正常年 統計年數를 30年으로 取함이 좋겠다고 알려져 있으나 그것은 日雨量 以上の 長期間 資料值系列은 이보다 짧아도 可할 것이며 短時間 資料值系列은 이 보다도 훨씬 클 것이 요망된다.

本 연구에서는 지점분포상황, 시계열성 및 6·25 動亂을 前後한 자료결측 등 우리나라 관측자료치의 여건상 부득이 통계년수가 最小 20年 以上の 資料保有地點을 擇하여 자기우량기록지점을 포함한 36개 지점을 선정하였다. 또한, 日雨量 記錄值만을 保有하고 있는 地點의 각 지속시간별 최대 우량과 日最大雨量間의 상관을 求함에 物部式과 최소자승법 및 특성계수법<sup>21), 22), 23), 24)</sup>을 應用하였다. 各 地點에 對한 各 持續時間別 年 最大雨量을 補完, 推定하여 이들을 基本資料로 利用하였다.

3. 資料 解析

3.1. 解析方法

資料의 解析은 時間的인 分布 解析을 先行하고 이것을 利用하여 空間的인 分布 解析을 進行하기로 하였다.

(1) 降水頻度 解析

a) 時間的인 分布分析은 各 地點 代表 降水頻度中 季節別 및 年間的 降水雨 계급( $\geq 1.0, \geq 5.0, \geq 10.0, \geq 30.0, \geq 50.0, \geq 100.0, \geq 200.0, \geq 300.0\text{mm/day}$ ) 別로 강수빈도 분포도를 작성하고 地點降水量과 生起 確率間의 相關解析을 실시한다.

b) 空間的인 分布分析은 전국을 5개 권역으로 구분하고, 39개 지점에 대한 평년치를 基本資料로 Thiessen's method를 利用, 圈域別로 各 期間에 對한 계급別 강수량의 頻度順位, 계절별 강수빈도와 年間 강수빈도의 상관계수 및 권역평균강수량과 생기확률간의 상관계수를 실시한다.

(2) 降雨強度 解析

a) 時間的인 分布分析은 36개 地點의 지속시간별(10, 20, 30, 40, 60, 80分, 2, 4, 6, 12, 18, 24時間) 年 最大雨量 資料 및 Y-K法을 利用하여 각 지속시간별 확률 강우량 산정 및 강우강도식을 誘導, 提示한다.

b) 空間的인 分布分析은 各 地點別 確率降雨量을 제 2의 基本資料로 Thiessen's method를 利用, 圈域別로 각 지속시간의 확률 평균면적우량 설정 및 日雨量과 각 지속시간(10, 20, 30, 40, 60, 80分, 2, 4, 6, 12,

18時間)간의 상관 해석을 실시한다.

3.2. 降水頻度 解析

3.2.1. 時間的 分布分析

(1) 降水頻度 分布圖의 作成

近年, 인구의 도시집중에 의한 상수도 용수의 현저한 증대, 산업·경제의 고도 발전에 따른 공업용수 수요의 非常한 증가, 그 외에 농업형태의 변화에 따른 用水의 需要增加 等に 依해 대도시를 中心으로 물 부족이 큰 사회문제를 야기시켜 왔다. 그 결과 水資源對策에 對한 많은 議論이 있었으며 現在 수자원의 有效 이용·개발이 본격적으로 進行되고 있다. 이러한 수자원 계획수립방안시에 精確한 강수빈도를 파악하고 適當한 규모의 강수량의 發生빈도를 알 수 있다면 보다 효율적인 計劃을 세울 수 있을 것이므로 편의를 위하여 우리나라 全域에 對한 降水頻度分布圖를 作成하며 觀측지점의 강수량 계급별 누가강수일수의 平均치를 그 지점의 代表적 강수빈도로 채택하였다. 채택된 지점 代表 강수빈도 中 季節別 및 年間에 對해 또 강수량 계급  $\geq 1.0$ ,  $\geq 5.0$ ,  $\geq 10.0$ ,  $\geq 30.0$ ,  $\geq 50.0$ ,  $\geq 100.0$ ,  $\geq 200.0$ ,  $\geq 300.0$ mm에 對하여 강수빈도 분포



Fig. 3-1. Diagram of Precipitation Frequency. (above 30mm; Spring)

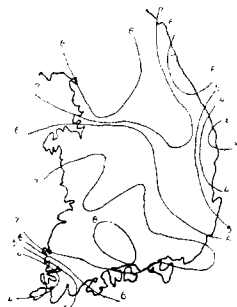


Fig. 3-2. Diagram of Precipitation Frequency. (above 30mm; Summer)

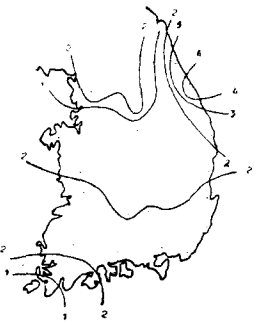


Fig. 3-3. Diagram of Precipitation Frequency. (above 30mm; Autumn)

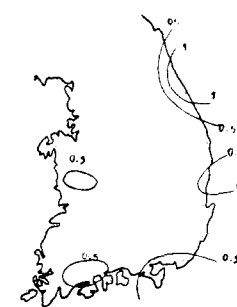


Fig. 3-4. Diagram of Precipitation Frequency. (above 30mm; Winter)

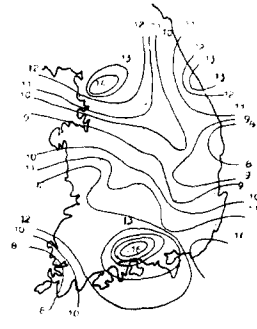


Fig. 3-5. Diagram of precipitation Frequency. (above 30mm; Annual)

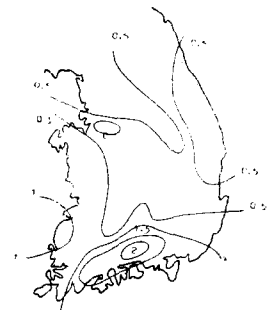


Fig. 3-6. Diagram of Precipitation Frequency. (above 50mm; Spring)



Fig. 3-7. Diagram of Precipitation Frequency. (above 50mm; Summer)

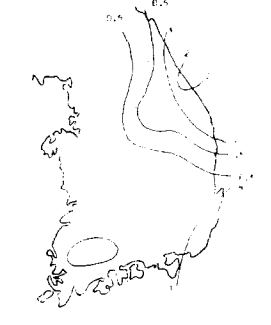


Fig. 3-8. Diagram of Precipitation Frequency. (above 50mm; Autumn)



Fig. 3-9. Diagram of Precipitation Frequency. (above 50mm; Annual)

도를 작성하였으며 이에 대한 圖示는 分量 關係상  $\geq 30.0$ ,  $\geq 50.0$ mm의 강수빈도 분포도만을 Fig. 3-1~ Fig. 3-9에 수록하였다.

(2) 강수빈도 분포의 해석 고찰

앞의 (1)項에서 論한 강수빈도 분포상황에서 각 기간별로 最多降水頻度가 發生하는 지역과 계절, 年平均 發生頻度는 Table 3-1과 같다.

Table 3-1. 강수량 계급별 최다발생지역 및 발생빈도

Precipitation Class	Period	Max. Recurrence Area	Frequency (times)
above 1.0mm	Win.	Nam Won, Kwang Ju & Kang Reung Area	18, 14
	Spr.	Ha Dong & Bu San & Chu Pung Ryung Area	22, 21
	Sum.	Chun Cheon & Jeon Ju, Nam Won Area	34, 33
	Aut.	Jeon Ju, Nam Won & Kang Reung Area	20
	Ann.	Jeon Ju, Nam Won Area	90
	above 5.0mm	Win.	Kang Reung & Young Kwang Area
Spr.		Bu San & Ha Dong, Yeo Su Area	15, 14
Sum.		Seoul, In Je, Chun Cheon & Jeon Ju, Chu Pung R.	24, 23
Aut.		Kang Reung, Jeon Ju, Nam Won Area	13, 12
Ann.		Kang Reung, Bu San, Jeon Ju Area	50
above 10.0mm	Win.	Kang Reung Area	6
	Spr.	Ha Dong, Bu San & Yeo Su Area	11, 10
	Sum.	Seoul, Chun Cheon & Jeon Ju, Ha Dong Area	18, 17
	Aut.	Kang Reung & Po Hang, Ui San, Bu San Area	9, 8
	Ann.	Kang Reung, Jeon Ju, Ha Dong, Bu San Area	35
above 30.0mm	Win.	Kang Reung Area	1
	Spr.	Ha Dong, Yeo Su Area	4
	Sum.	Ha Dong, Nam Won & Seoul, Yang Pyung Area	8
	Aut.	Kang Reung Area	4
	Ann.	Ha Dong & Seoul, Bu San Area	16, 14
above 50.0mm	Win.	.	.
	Spr.	Ha Dong Area	2
	Sum.	Yong In Area & Young Kwang, Nam Won, Ha Dong	5, 4
	Aut.	Kang Reung Area & Kwang Ju, Bu San Area	2, 1
	Ann.	Ha Dong Area	8

above 100.0 mm	Win.	.	.
	Spr.	Ha Dong, Ma San, Bo Seong Area	0.3
	Sum.	Ha Dong, Yeo Su & Yang Pyung, Seoul Area	1
	Aut.	Kang Reung Area	0.5
above 200.0 mm	Ann.	Ha Dong & Yang Pyung Area	1.5
	Win.	.	.
	Spr.	.	.
	Sum.	In Cheon, Yang Pyung, Yong In, In Je Area	0.2
above 300.0 mm	Aut.	In Cheon & Yang Yang Area	0.1
	Ann.	In Cheon & Yang Pyung, Yong In Area	0.3, 0.2
	Win.	.	.
above 300.0 mm	Spr.	.	.
	Sum.	Chun Cheon, Chung Ju, Bu Yeo Area	0.1, 0.05
	Aut.	Ma San Area	0.05
	Ann.	Chun Cheon Area	0.1

(3) 地點 降水量과 生起確率의 相關解析

本節에서는 강수량과 calendar system에 의한 초과 확률과의 상관해석을 실시함으로써 채택된 관측지점의 강수빈도의 적정분포형을 회귀직선식으로 提案하였다.

계급별 강수량과 calendar system에 의거한 초과확률과를 반대수직선에 plotting한 결과 대체로 직선형을 이루고 있어 회귀직선식의 기본형을 다음과 같은 지수 함수로 설정하였다.

$$W(x) = 1 - F(x) = e^{-\alpha + \beta x} \dots \dots \dots (3-1)$$

여기서,  $W(x)$ ;  $x$  강수량 이상의 강수량에 대한 초과 확률

$F(x)$ ;  $x$  강수량 이상의 강수량에 대한 비 초과확률

$x$ ; 강수량(mm)

Table 3-2. 지점 강수량과 생기확률간의 상관해석 결과표

Site	Period	Regression Formula	Corr. Coef.
Seoul	Spr.	$W(x) = e^{(-1.8333 - 0.0534x)}$	0.9908
	Sum.	$W(x) = e^{(-1.4411 - 0.0271x)}$	0.9871
	Aut.	$W(x) = e^{(-2.2446 - 0.0362x)}$	0.9466
	Win.	$W(x) = e^{(-2.1629 - 0.1225x)}$	0.9669
	Ann.	$W(x) = e^{(-2.1706 - 0.0305x)}$	0.9795

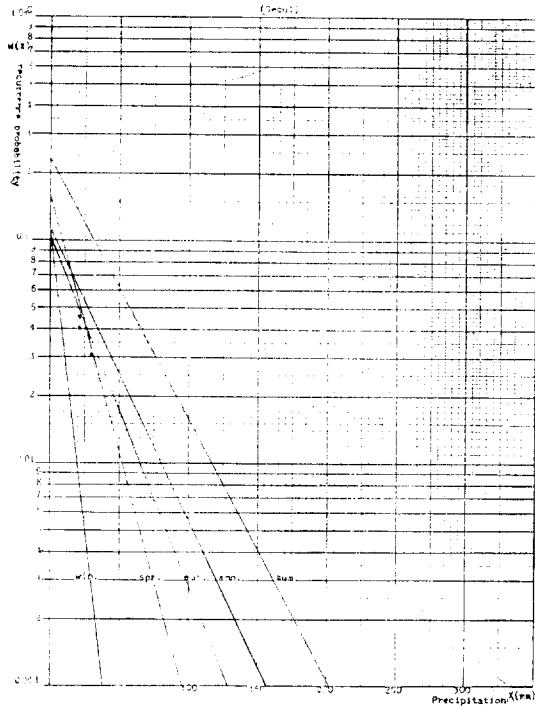


Fig. 3-10. Frequency Chart of Seasonal, Annual Precipitation (Resurrence Probability)

$\alpha, \beta$  : 회귀계수

이와 같이 강수빈도에 대한 적정분포형을 지수함수의 式으로 산정하였으며, 분량관계상 서울지방의 분석

결과에 대해서만 수록하기로 한다. (Table 3-2 및 Fig. 3-10)

3.2.2. 空間的 分布分析

어떤 地域內의 水資源量의 分布를 파악하려면 그 기초가 되는 降水의 지역적 분포상황을 고려하지 않으면 안된다.

본 절에서는 전국을 5개의 권역으로 구분하고 39개 지점의 평년치를 기본자료로 Thiessen's method를 이용하여 각 권역별 강수빈도상황을 파악하였으며 分量의 관계로 季節別, 年間에 對해서만 수록하기로 한다.

(1) 권역별 각 기간에 대한 계급별 강수량의 빈도순위

19개 계급별 강수량에 대한 발생빈도의 順位를 一括한 內容은 Table 3-3과 같으며, 각 권역內의 최대발생 빈도의 강수량 계급은 共히 1~5mm 구간이었다. 전반적으로 여름을 제외한 모든 期間이 ① 1~5mm, ② 0.1~1.0mm, ③ 5~10mm 구간의 順位로 발생하고 있음을 알 수 있다. 여름철에는 다른 계절이나 年間보다 많은 量(5~20mm)의 降水量이 집중 강하하고 있음을 보여 주며, 빈도순위 1, 2, 3位の 계급별 강수량이 전체 강수발생빈도의 56.1%~87.6%를 점유하고 있고 각 기간별 빈도순위는 겨울, 가을, 봄, 年, 여름의 順으로 나타났다.

따라서 큰 강수량이 많이 발생하는 여름철에는 홍수 대비책을 고려하여야 하겠으며 비교적 소규모의 강수량이 빈번히 발생하는 봄, 가을 및 겨울철에 利水對策을 위한 水資源確保方案을 수립하여야 할 것이다.

Table 3-3. 계절별 강수량의 빈도순위

권역	기간	빈도순위						Total Percent
		1	2	3	4	5	6	
I	Spr.	1~5	32.5%	0.1~1	18.9%	5~10	17.4%	68.8%
	Sum.	1~5	25.2%	10~20	16.7%	5~10	14.9%	56.8%
	Aut.	1~5	32.4%	0.1~1	20.7%	5~10	18.1%	71.2%
	Win.	1~5	38.9%	0.1~1	35.2%	5~10	12.9%	87.0%
	Ann.	1~5	30.9%	0.1~1	20.2%	5~10	15.8%	66.9%
II	Spr.	1~5	29.6%	0.1~1	19.3%	10~20	17.2%	66.1%
	Sum.	1~5	24.2%	10~20	16.4%	0.1~1	16.0%	56.6%
	Aut.	1~5	33.4%	0.1~1	20.7%	5~10	16.7%	70.8%
	Win.	1~5	39.7%	0.1~1	33.7%	5~10	14.2%	87.6%
	Ann.	1~5	30.7%	0.1~1	21.5%	5~10	15.3%	67.5%
III	Spr.	1~5	27.5%	0.1~1	18.3%	5~10	17.4%	63.2%
	Sum.	1~5	27.9%	5~10	15.0%	10~20	13.9%	56.8%
	Aut.	1~5	30.2%	0.1~1	19.7%	5~10	18.5%	68.4%
	Win.	1~5	41.5%	0.1~1	27.6%	5~10	15.9%	85.0%



	Ann.	1~5	31.3%	0.1~1	19.0%	5~10	16.5%	66.8%
IV	Spr.	1~5	31.8%	5~10	17.2%	10~20	16.6%	65.6%
	Sum.	1~5	26.1%	10~20	15.2%	0.1~1	14.8%	56.1%
	Aut.	1~5	29.8%	0.1~1	21.0%	5~10	17.1%	67.9%
	Win.	1~5	35.2%	0.1~1	28.3%	5~10	17.7%	81.2%
	Ann.	1~5	29.8%	0.1~1	18.6%	5~10	16.2%	64.6%
V	Spr.	1~5	33.8%	0.1~1	19.1%	5~10	16.0%	68.9%
	Sum.	1~5	29.8%	0.1~1	18.2%	10~20	15.6%	63.6%
	Aut.	1~5	31.7%	0.1~1	19.2%	5~10	15.6%	66.5%
	Win.	1~5	34.6%	0.1~1	23.4%	5~10	16.3%	74.3%
	Ann.	1~5	32.0%	0.1~1	19.5%	10~20	15.1%	66.6%

Table 3-4. 계절별 강수빈도와 年間 강수빈도의 상관성

권역	강수량계급 (mm)	기 간									
		봄		여 름		가 을		겨 을		추	
		강수빈도	%	강수빈도	%	강수빈도	%	강수빈도	%	강수빈도	
I	0.1~1.0	3.93회	20.2	4.95회	25.5	4.43회	22.8	6.12회	31.5	19.43회	
	10~20	3.27	23.5	6.11	43.9	2.92	21.0	1.61	11.6	13.91	
	30~40	0.74	19.6	2.05	54.2	0.87	23.0	0.12	3.20	3.78	
	70~80	0.10	10.0	0.83	83.0	0.07	7.0	0.00	0.0	1.00	
	100~150	0.03	4.4	0.57	83.8	0.08	11.0	0.00	0.0	0.68	
II	0.1~1.0	4.37	20.0	5.60	25.7	4.72	21.6	7.12	32.6	21.81	
	10~20	3.90	26.2	5.73	38.5	3.49	23.5	1.76	11.8	14.88	
	30~40	0.86	21.9	2.14	54.6	0.67	17.1	0.15	3.8	3.92	
	70~80	0.12	17.9	0.46	68.7	0.09	13.4	0.00	0.0	0.67	
	100~150	0.02	3.4	0.45	77.6	0.11	19.0	0.00	0.0	0.58	
III	0.1~1.0	4.48	23.0	4.44	22.8	4.39	22.6	6.14	31.6	19.45	
	10~20	4.10	28.6	4.60	32.1	3.43	24.0	2.19	15.3	14.32	
	30~40	0.69	22.7	1.81	59.5	0.89	29.3	0.26	8.6	3.04	
	70~80	0.25	32.9	0.43	56.6	0.08	10.5	0.00	0.0	0.76	
	100~150	0.07	12.1	0.41	70.7	0.10	17.2	0.00	0.0	0.58	
IV	0.1~1.0	3.47	20.8	4.78	28.7	4.21	25.3	4.20	25.2	16.66	
	10~20	3.72	27.3	4.91	36.0	3.12	22.9	1.89	13.9	13.64	
	30~40	1.03	25.3	2.04	50.1	0.82	20.1	0.18	4.4	4.07	
	70~80	0.13	20.3	0.43	67.2	0.08	12.5	0.00	0.0	0.64	
	100~150	0.05	9.3	0.43	79.6	0.06	11.1	0.00	0.0	0.54	
V	0.1~1.0	4.41	23.9	5.99	32.4	4.34	23.5	3.73	20.2	18.47	
	10~20	3.61	25.2	5.15	35.9	3.20	22.3	2.37	16.5	14.33	
	30~40	0.90	23.6	1.54	40.4	0.98	25.7	0.39	10.2	3.81	
	70~80	0.06	10.5	0.32	56.1	0.19	33.3	0.00	0.0	0.57	
	100~150	0.02	4.1	0.34	69.4	0.13	26.5	0.00	0.0	0.49	

(2) 계절별 강수빈도와 年間 강수빈도와의 상관성  
강수량 계급별 발생빈도의 年間 총 발생빈도와 계절  
별 발생빈도와의 상관해석 결과는 Table 3-4와 같다.

Table 3-4에서 보면, 1mm 이하의 강수량에서는 겨울철의 강수빈도가 年間の 강수빈도 중 가장 높은 비율을 차지하고 있으며, 강수량이 클수록 여름철의 강

수빈도가 크다는 사실을 알 수 있다. 또한, 갈수기인 봄, 가을철은 대체적으로 서로 비슷한 강수빈도현상을 보이고 있으며, 年間 20mm 이하의 강수빈도는 II 권역이, 30~40mm의 강수빈도는 IV 권역이, 70mm 이상의 강수빈도는 I 권역이 가장 많이 발생하는 지역으로 나타났다.

(3) 권역 평균 강수량과 생기확률의 상관해석

Thiessen's method를 사용하여 구한 권역별 강수빈도자료를 초과확률의 개념을 도입하여 graph로 圖示하면 그 이용에 편리하게 된다. 즉, 자료가 비비한 곳이나 결측시의 보완치를 구하는 방법으로서 강수량의 생기확률도를 참조하면 쉽게 구할 수 있다.

5개 권역의 생기확률과 평균 강수량간의 상관해석을 前述한 3.2.1의 (3)항의 방법으로 실시하여 각 권역의 月別, 季節別, 年間에 대한 상관식을 구하였다. 이 중 계절별과 年間に 대한 상관식을 Table 3-5에 나타내고 Fig. 3-11~Fig. 3-15에 도시하였다. 여기에서는 대체로 상관계수가 0.95 이상이 되어 아주 강한 상관성을 보이고 있으며 우리나라 전역에 있어서 강수량의 생기확률은 지수함수의 식으로 代表할 수 있는 것으로 판단된다.

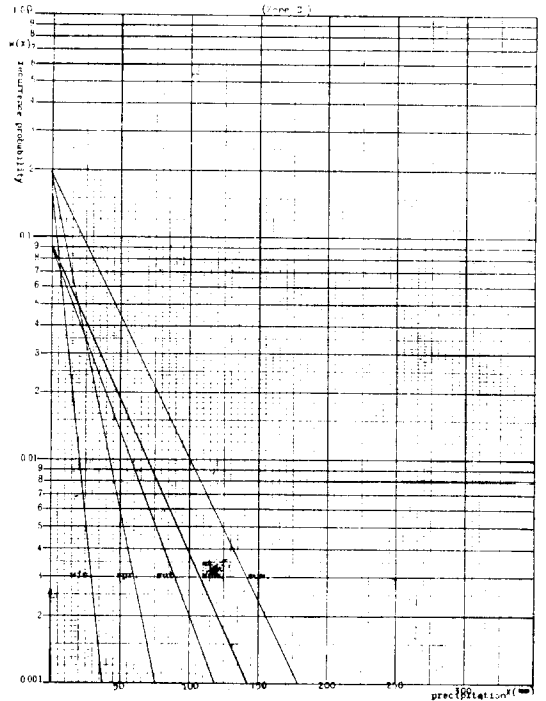


Fig. 3-12. Frequency Chart of Seasonal, Annual Precipitation (Recurrence Probability)

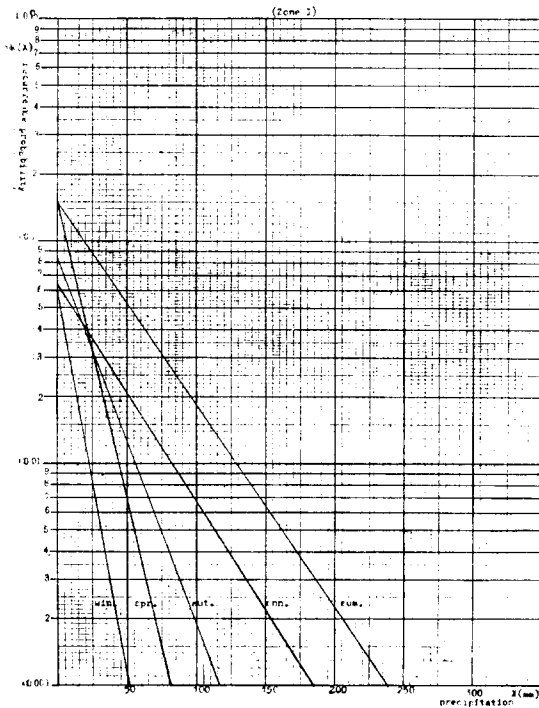


Fig. 3-11. Frequency Chart of Seasonal, Annual Precipitation (Recurrence Probability)

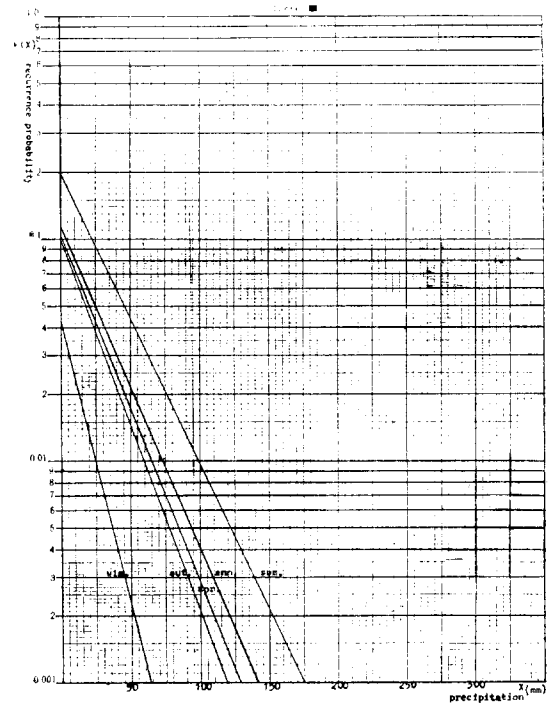


Fig. 3-13. Frequency Chart of Seasonal, Annual Precipitation (Recurrence Probability)

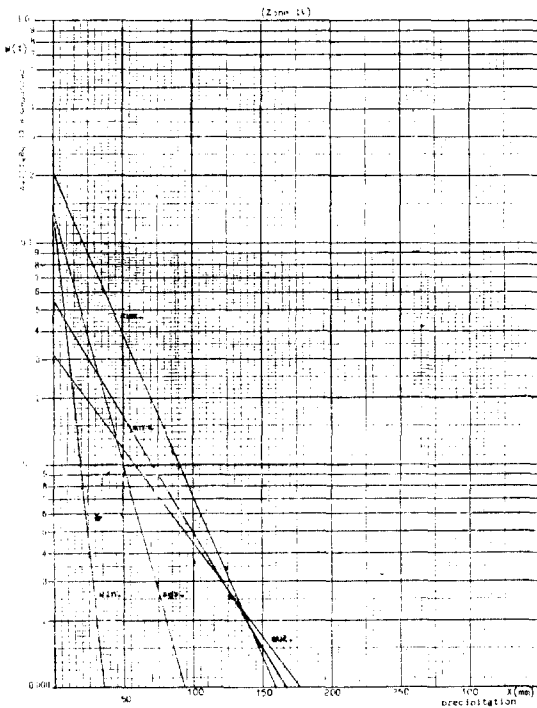


Fig. 3-14. Frequency Chart of Seasonal, Annual Precipitation (Recurrence Probability)

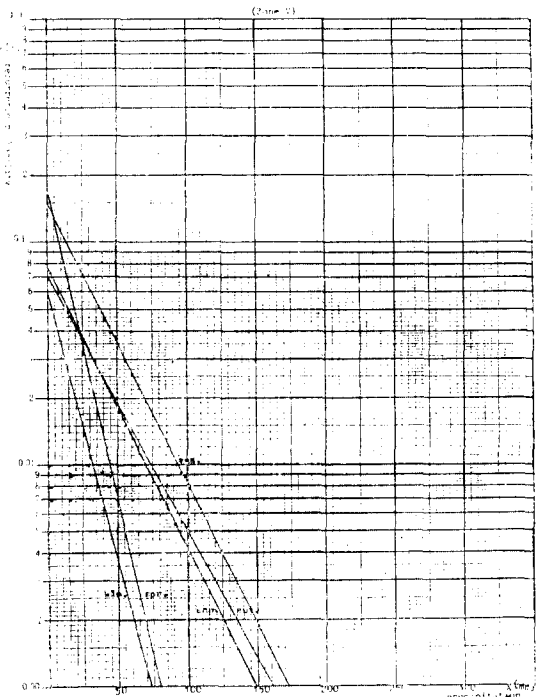


Fig. 3-15. Frequency Chart of Seasonal, Annual Precipitation (Recurrence Probability)

Table 3-5. 각 권역별 생기확률 ( $W(x)$ )과 강수량 ( $x$ )간의 상관식

권역	기간	상관식	상관계수
I	Win.	$W(x) = e^{(-2.7988 - 0.0792x)}$	0.9529
	Spr.	$W(x) = e^{(-1.8783 - 0.0618x)}$	0.9954
	Sum.	$W(x) = e^{(-1.8721 - 0.0212x)}$	0.9787
	Aut.	$W(x) = e^{(-2.4893 - 0.0376x)}$	0.9648
	Ann.	$W(x) = e^{(-2.7388 - 0.0227x)}$	0.9668
II	Win.	$W(x) = e^{(-1.8670 - 0.1336x)}$	0.9950
	Spr.	$W(x) = e^{(-1.6427 - 0.0700x)}$	0.9977
	Sum.	$W(x) = e^{(-1.6539 - 0.0293x)}$	0.9844
	Aut.	$W(x) = e^{(-2.4366 - 0.0376x)}$	0.9578
	Ann.	$W(x) = e^{(-2.4126 - 0.0316x)}$	0.9743
III	Win.	$W(x) = e^{(-3.1498 - 0.0587x)}$	0.8897
	Spr.	$W(x) = e^{(-2.2303 - 0.0363x)}$	0.9545
	Sum.	$W(x) = e^{(-1.6109 - 0.0391x)}$	0.9896
	Aut.	$W(x) = e^{(-2.3928 - 0.0385x)}$	0.9760
	Ann.	$W(x) = e^{(-2.1813 - 0.0333x)}$	0.9825
IV	Win.	$W(x) = e^{(-1.9377 - 0.1381x)}$	0.9960
	Spr.	$W(x) = e^{(-1.9307 - 0.0530x)}$	0.9909
	Sum.	$W(x) = e^{(-1.5613 - 0.0335x)}$	0.9927
	Aut.	$W(x) = e^{(-3.4501 - 0.0196x)}$	0.8919
	Ann.	$W(x) = e^{(-2.9127 - 0.0240x)}$	0.9454
V	Win.	$W(x) = e^{(-2.8279 - 0.0551x)}$	0.9441
	Spr.	$W(x) = e^{(-1.7378 - 0.0646x)}$	0.9951
	Sum.	$W(x) = e^{(-1.8999 - 0.0289x)}$	0.9728
	Aut.	$W(x) = e^{(-2.6384 - 0.0264x)}$	0.9579
	Ann.	$W(x) = e^{(-2.5543 - 0.0291x)}$	0.9686

3.3. 降雨强度解析

3.3.1. 時間的 分布 分析

確率 降雨量 算定에는 여러가지 方法이 있으나 本 研究에서는 우리나라의 水文特性에 適合한 것으로 알려진 李元煥의 Y-K法을 利用하여 確率 降雨量을 各 持續 時間別로 求하였다. 適定分布型 設定을 위하여 變數 變換法( $X \rightarrow X, \log X, X^{1/2}, X^{1/3}, X^{1/4}, X^{1/5}$ )<sup>26), 26), 27), 28), 29)</sup>을 利用하여 얻어진 6個의 變量集團에 대하여 有意水準 5% 以下에서 各 變量集團에 대한 假設檢定을  $\chi^2$ -test法으로 實施함으로써 適定 分布型을 擇하였다.

確率 降雨强度式의 設定에 있어서는 앞에서 求한 確率 降雨量值를 利用하여 各 確率年別로 우리나라에 適用度가 높은 것으로 알려져 있는 3가지 從來의 型式으로 求한 降雨强度式과 實測值와의 偏差를 最小로 갖는 式을 그 지점의 最適 確率 降雨强度式으로 擇하

Table 3-6. 6개 지점에 대한 확률 강우강도식 일람표(40분~4시간)

SITE RETURN PERIOD	2	5	10	20	50	100
SEOUL	$\frac{6564}{t+110}$	$\frac{8935}{t+101}$	$\frac{10420}{t+96.6}$	$\frac{946}{t 0.603}$	$\frac{537}{\sqrt{t}-2.089}$	$\frac{586}{\sqrt{t}-2.201}$
CHU PUNG RYUNG	$\frac{158}{\sqrt{t}-3.434}$	$\frac{929}{t 0.729}$	$\frac{1092}{t 0.733}$	$\frac{1233}{t 0.735}$	$\frac{1400}{t 0.735}$	$\frac{7955}{t+49.05}$
KWANG JU	$\frac{217}{\sqrt{t}-2.019}$	$\frac{287}{\sqrt{t}-1.908}$	$\frac{330}{\sqrt{t}-1.862}$	$\frac{369}{\sqrt{t}-1.827}$	$\frac{417}{\sqrt{t}-1.780}$	$\frac{452}{\sqrt{t}-1.753}$
YEO SU	$\frac{245}{\sqrt{t}-0.930}$	$\frac{326}{\sqrt{t}-0.929}$	$\frac{379}{\sqrt{t}-0.881}$	$\frac{432}{\sqrt{t}-0.796}$	$\frac{624}{t 0.532}$	$\frac{671}{t 0.529}$
KANG REUNG	$\frac{157}{t 0.438}$	$\frac{251}{t 0.473}$	$\frac{336}{\sqrt{t}+0.170}$	$\frac{387}{t 0.508}$	$\frac{478}{t 0.526}$	$\frac{10724}{t+123}$
PO HANG	$\frac{310}{t 0.595}$	$\frac{202}{\sqrt{t}-2.097}$	$\frac{228}{\sqrt{t}-2.157}$	$\frac{251}{\sqrt{t}-2.207}$	$\frac{280}{\sqrt{t}-2.227}$	$\frac{301}{\sqrt{t}-2.241}$

었다. 10분부터 24시간까지의 持續時間에 대해서 降雨強度式이 一定하다고 認하는 것은 무리이므로 여러 持續時間別 資料集團에 대해서 降雨強度式을 誘導한 결과 10~40分, 40分~4時間, 4~24時間 集團에 대한 降雨強度式의 偏差가 가장 작다는 것을 알 수 있었다. 따라서 이 3集團에 대해서 降雨強度 解析을 各 確率年別로 實施하였다.

本 研究에서 採得한 經驗公式<sup>19), 21), 22)</sup>의 型式은 다음과 같다.

$$\text{Talbot型 } I = \frac{a}{t-b} \text{ (mm/hr)} \quad (3-2(a))$$

$$\text{Sherman型 } I = \frac{a}{t^b} \text{ (mm/hr)} \quad (3-2(b))$$

$$\text{Japanese型 } I = \frac{a}{\sqrt{t}+b} \text{ (mm/hr)} \quad (3-2(c))$$

研究 結果의 確率 降雨強度式과 圖는 分量 關係上 各 區域中 아래의 6個 地點만을 擇해서 수록하였다.

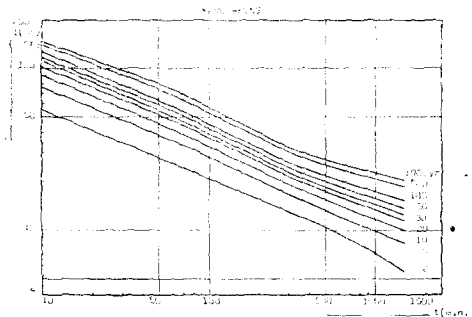


Fig. 3-16-1. 강릉지방에 대한 확률 강우 강도곡선

確率 降雨強度式을 誘導하는 結果 우리나라의 全門的인 降雨強度式의 型式은 持續時間 10分~40分, 40分~4時間, 4時間~24時間別로 大略 同一한 型式을 提示하고 있었으나 持續時間(10分~24時間)을 一括하면

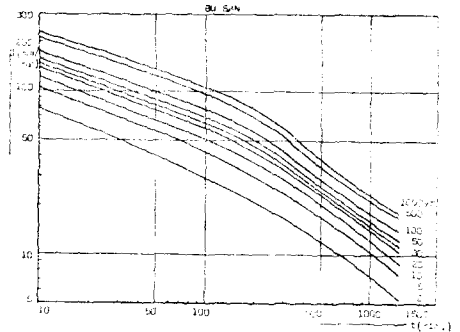


Fig. 3-16-2. 부산지방에 대한 확률 강우 강도 곡선

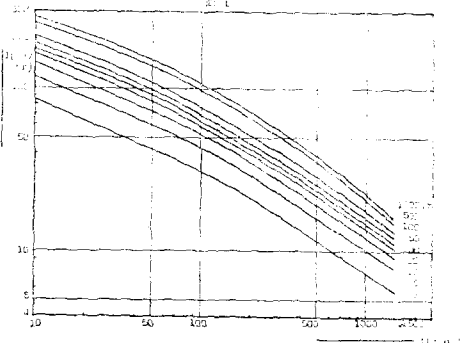


Fig. 3-16-3. 서울지방에 대한 확률 강우 강도 곡선

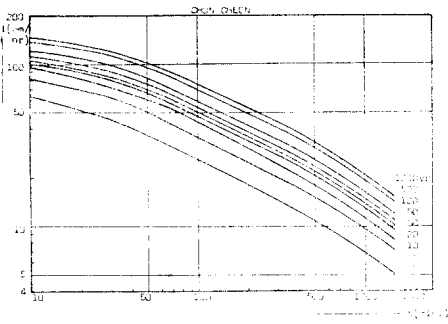


Fig. 3-16-4. 흥천지방에 대한 확률 강우 강도 곡선

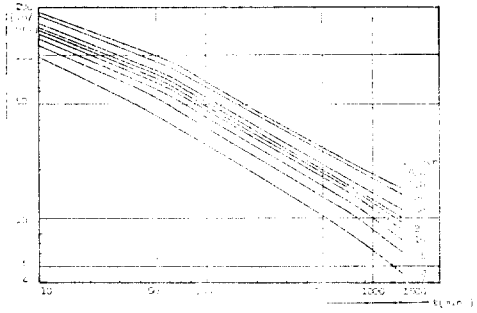


Fig. 3-16-3. 광주지방에 대한 확률 강우 강도 곡선

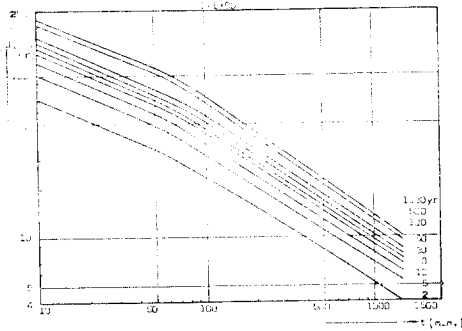


Fig. 3-16-5. 대구지방에 대한 확률 강우 강도 곡선

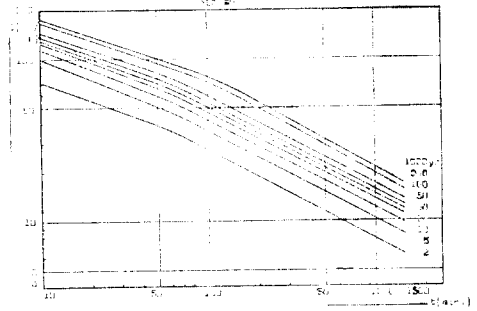


Fig. 3-16-9. 더수지방에 대한 확률 강우 강도 곡선

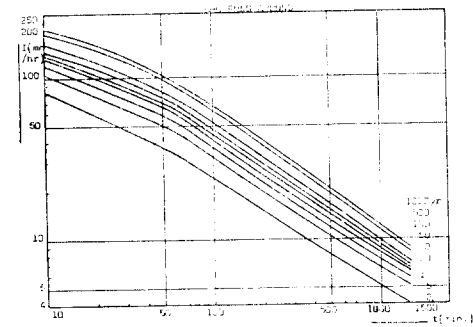


Fig. 3-16-6. 추풍령지방에 대한 확률 강우 강도 곡선

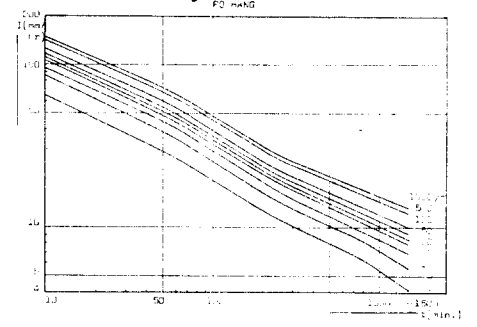


Fig. 3-16-10. 포항지방에 대한 확률 강우 강도 곡선

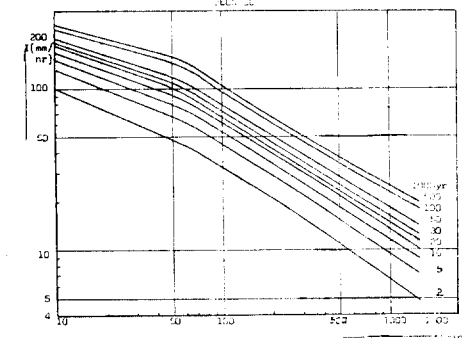


Fig. 3-16-7. 전주지방에 대한 확률 강우 강도 곡선

降雨強度 解析을 實施한 36個 地點中 영주와 영덕을 제외한 모든 地點들이 統合적인 降雨強度式의 형태를 나타내고 있음을 알 수 있었다.

### 3.3.2. 空間의 分布分析

地點 確率 降雨量을 利用하여 空間의 分布 分析을 進行함에 있어 Thiessen<sup>24)</sup>의 平均面積 雨量法을 適用하였다. 2.2節에서 說明한 바와 같이 5個 圈域, 36個 地點을 擇하여 各 圈域別, 確率年別, 降雨 持續時間別로 算出한 平均 面積 雨量值를 資料集團으로 利用하였다. 또한 各 持續時間別 平均面積雨量과 24時間의 平均面積雨量과의 相關式을 誘導 提示하였다. 그 結果는

Table 3-7 각 권역별  $R_{2t}$ 와 지속시간별  $R_t$  우량간의 상관식 계수 일람표

Time		Zone 1	Zone 2	Zone 3	Zone 4	Zone 5
$t=10$ min.	A	4.757	8.768	8.945	4.803	4.447
	B	0.051	0.055	0.059	0.076	0.058
	C	.99868	.99187	.99707	.99937	.99885
$t=20$ min.	A	5.001	6.297	8.721	3.125	5.133
	B	0.093	0.111	0.113	0.137	0.092
	C	.99940	.99568	.99921	.99981	.99945
$t=30$ min.	A	4.768	8.565	7.076	1.595	6.615
	B	0.133	0.147	0.164	0.192	0.116
	C	.99956	.99511	.99987	.99989	.99840
$t=40$ min.	A	3.133	4.378	8.578	0.432	6.639
	B	0.179	0.216	0.192	0.240	0.148
	C	.99980	.99957	.99966	.99996	.99909
$t=60$ min.	A	-1.084	6.421	6.387	0.714	5.422
	B	0.259	0.271	0.263	0.311	0.214
	C	.99999	.99936	.99979	.99993	.99933
$t=80$ min.	A	-0.678	9.793	7.858	-4.755	2.600
	B	0.290	0.284	0.295	0.383	0.260
	C	1.00	.99813	.99967	.99984	.99993
$t=120$ min.	A	0.276	10.875	8.292	-0.703	8.953
	B	0.340	0.333	0.338	0.406	0.285
	C	.99998	.99813	.99971	.99999	.99910
$t=4$ hr.	A	2.336	14.262	13.029	-2.281	-0.751
	B	0.445	0.428	0.452	0.527	0.449
	C	.99997	.99900	.99954	.99997	.99998
$t=6$ hr.	A	-1.551	11.652	12.327	-1.690	7.535
	B	0.588	0.544	0.567	0.638	0.507
	C	.99998	.99939	.99989	.99992	.99990
$t=12$ hr.	A	1.632	8.381	13.158	1.618	6.922
	B	0.736	0.731	0.735	0.791	0.713
	C	1.00	.99984	.99978	.99999	.99987
$t=18$ hr.	A	-4.702	15.227	2.884	0.120	2.538
	B	0.906	0.806	0.898	0.903	0.885
	C	.99996	.99902	.99999	1.00	0.99952

基本式:  $R_t = A_t + B_t \cdot R_{2t}$ , C : 상관계수

Table 3-7과 Fig. 3-18과 같다. 但, Table 3-7의 基本式은  $R_t = A_t + B_t \cdot R_{2t}$ 이고, C는 相關係數이다.

### 3.4. 水資源 確保方法

우리나라 可用 水資源의 利用은 이미 都市化에 따른 生活用水의 增加와 産業經濟의 發展에 따른 農·工業用水의 급격한 증가로 인해 限界點에 달한 감이 있으

며, 2001年度의 우리 나라 水資源의 豫想 需要量 年間 281억7,900萬톤의 確保를 위해서는 本格的인 水資源 確保方案이 수립되어야 하겠다.

前述한 降水頻度 解析에 의거하면 우리 나라의 降水頻度 상황은 여름철이 풍수기임을 보여주나 治水面에서 다루어야 할 비교적 큰 降雨가 도래함으로써 水資

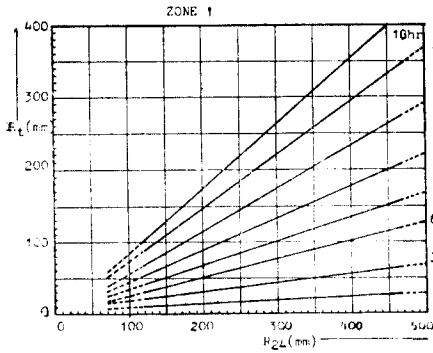


Fig. 3-17-1. 24시간과 각 시간별 평균면적 우량의 상관도(1권역)

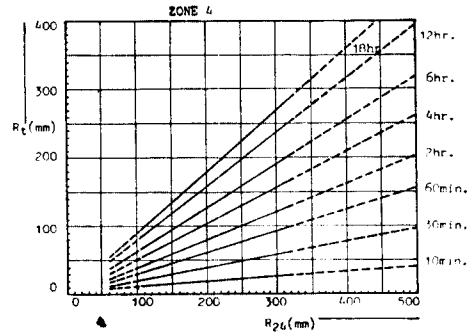


Fig. 3-17-4. 24시간과 각 시간별 평균면적 우량의 상관도(4권역)

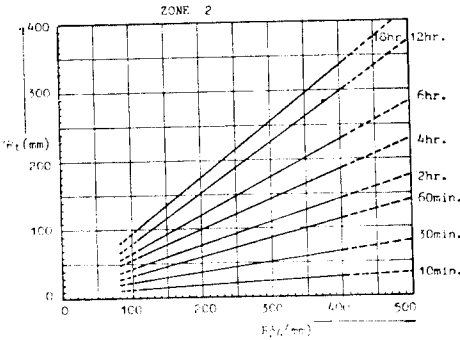


Fig. 3-17-2. 24시간과 각 시간별 평균면적 우량의 상관도(2권역)

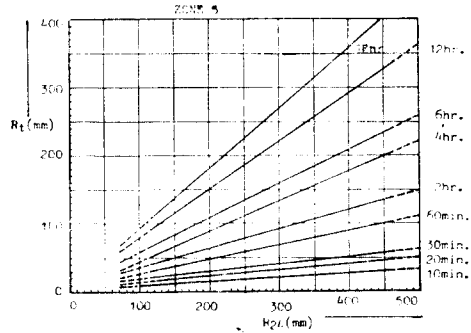


Fig. 3-17-5. 24시간과 각 시간별 평균면적 우량의 상관도

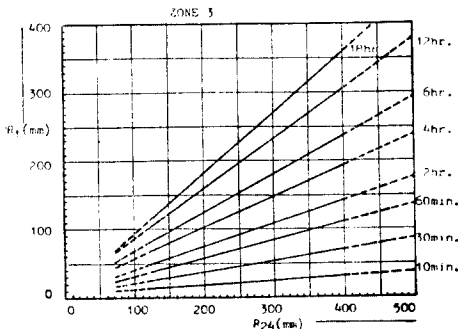


Fig. 3-17-3. 24시간과 각 시간별 평균면적 우량의 상관도(3권역)

源으로서의 利用價値는 그리 크지 못하다 하겠다. 그러나 需要의 增加趨勢를 감안할 때 앞으로는 풍수기의 剩餘水量과 가을철부터 서서히 確保한 水資源量을 渇水期인 봄에 사용할 수 있도록 그에 따른 池潭 計劃을 樹立하여야 하겠다.

### 3.5. 計劃 降雨量 設定

우리나라는 여름철의 集中豪雨로 因하여 매년 막대한 洪水 피해를 입고 있는 실정이며, 따라서 河川計劃이나 水工構造物 設計의 再現期間 設定은 構造物의 用度나 그 重要性 등을 考慮하여 決定하여야 한다. 따라서 本節에서는 構造物의 耐用年數와 安全率을 考慮한 再現期間 決定方法<sup>29)</sup>과 最大 洪水量 決定方法<sup>30), 31), 32)</sup>을 記述하고 計劃降雨量을 設定 提案하고자 한다.

#### 3.5.1. 再現期間의 決定

耐用年數( $a$ 年)과 安全率( $P\%$ )에 따르는 再現期間

(Tr)과 確率降雨量은 水工構造物의 設計에 대단히 重要한 要素가 된다. 設計水位나 計劃降雨量을 平均的으로 r년에 1회의 비율로 나타날 값을 設計値로 設定하는 것은 既往의 最大値를 그대로 設計値로 사용하는 것보다 훨씬 合理的인 方法이나 水工構造物의 耐用年數만이 아니라 安全率까지도 考慮해서 設計値로 設定하는 것이 바람직하다. 즉 構造物의 破壞 影響이 문제가 되며 特別히 損傷의 우려가 있는 水工構造物의 計劃에 있어서는 充分한 安全率을 考慮한 計劃水文學量을 設計値로 採擇해야 한다. 耐用年數 a년에 對한 非超過確率 P(%)이 氣象値를 求하기 위한 再現期間의 算出은 式 3-3을 利用해서 쉽게 求할수 있으며 이 再現期間에 해당하는 確率降雨量은 3.3節의 結果를 利用하면 容易하게 設計 降雨量을 決定할 수 있다.

$$\log\left(1 - \frac{1}{Tr}\right) = (\log P - 2) / a \quad (3-3)$$

但, P : 安全率(%)

a : 耐用年數(年)

Tr : 構造物 設計에 必要한 再現期間(年)

3.5.2. 計劃 洪水量 算定

計劃 洪水量 決定을 위하여 우리나라에 널리 쓰이고 있는 公式은 合理式이나 梶山公式이며 3.3節의 確率降雨量이나 確率 降雨強度式을 이들 式에 利用하면 손쉽게 計劃 洪水量을 算定할 수 있다.

$$\textcircled{1} \text{ 合理式 : } Q = \frac{1}{360} CIA \quad (3-4)$$

但, Q : 尖頭 洪水量(m<sup>3</sup>/sec)

I : 洪水 到達時間內의 平均 降雨強度(mm/hr)

A : 流域面積(ha)

C : 流出係數(Table 3-8 참조)<sup>30)</sup>

또한 合理式의 洪水到達時間은 平地河川에 適用도가 높은 Kraven氏 表의 値와 山地河川에 適用도가 높은 것으로 알려진 Rziha 公式을 綜合的으로 고려하여 決定할 것이다.

Table 3-8 合理式 流出係數 일람표

유역형상	유출계수
험준한 산지	0.75~0.9
三紀層 산지	0.7 ~0.8
기복이 있는 토지 또는 樹林	0.5 ~0.75
평탄한 농경지	0.45~0.66
관개 중의 논	0.7 ~0.8
산지 하천	0.75~0.85
평지 하천	0.45~0.75
유역의 반이상이 평지일 때 하천	0.5 ~0.75

Table 3-9 Kraven의 값

河川傾斜 : I	洪水到達速度 : W <sub>1</sub>
$I > \frac{1}{100}$	W <sub>1</sub> = 3.5m/sec
$\frac{1}{100} > I > \frac{1}{200}$	W <sub>1</sub> = 3.0m/sec
$I < \frac{1}{200}$	W <sub>1</sub> = 2.1m/sec

$$\begin{aligned} \text{Rziha 公式 } T &= \frac{l}{20} \left(\frac{H}{l}\right)^{0.6} = \frac{l}{W_1} \text{ (sec)} \\ &= \frac{L}{72} \left(\frac{H}{L}\right)^{0.6} = \frac{l}{W_2} \text{ (hr)} \quad (3-5) \end{aligned}$$

但, L, l : 常時 河谷을 이루는 最遠地點부터 流出을 求하고자 하는 地點까지의 수평거리 (km, m)

H : 最遠地點과 생각하는 地點과의 標高差(m)

W<sub>1</sub>, W<sub>2</sub> : 洪水到達速度(m/sec, km/hr)

② 梶山(Kajiyama)公式

$$\left. \begin{aligned} Q_1 &= F(310 + R_{24}) \\ &\quad (4 + A/L^2) \log A^{(1.015 - 0.1155 \log A)} \\ Q_2 &= 1.886F(310 + R_{24}) \\ &\quad (4 + A/L^2) \log A^{(0.6754 - 0.01011 \log A)} \end{aligned} \right\} (3-6)$$

但, Q<sub>1</sub>, Q<sub>2</sub> : 流域面積이 42.91km<sup>2</sup> 以下 및 以上일 경우의 最大 洪水量(m<sup>3</sup>/sec)

A : 流域面積(km<sup>2</sup>)

L : 流路延長(km)

R<sub>24</sub> : 日雨量(mm/day)

F : 流域傾斜 및 林野狀況에 對한 係數(Table 3-10 참조)<sup>30)</sup>

Table 3-10 Kajiyama 公式의 계수(F) 일람표

유역형상	계수(F)
가장 경사가 급하고 林野가 없으며 流出이 많은 유역	0.0104
비교적 유출이 많은 유역	0.0096
中位에 있는 유역	0.0088
비교적 유출이 적은 유역	0.0080
가장 평탄하고 森林이 많고 유출이 적은 유역	0.0072

4. 비교 고찰

(1) 降水頻度 分布

1962年, 중앙관상대가 발행한 한국 기후도에 의하면 1931年~1960年의 30年間의 평균 강수빈도표 작성한 강수빈도 분포는 Fig. 4-1, 4-3과 같다.<sup>34)</sup>

이것은 ≥1.0mm와 ≥10.0mm의 강수량에 대한 年



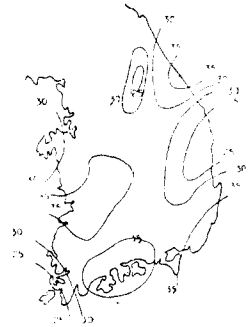
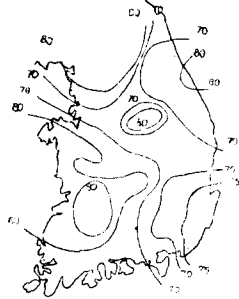


Fig. 4-1. Diagram of Precipitation Frequency. (above 1.0mm ; 1931~1960)

Fig. 4-2. Diagram of Precipitation Frequency. (above 1.0mm ; Annual)

Fig. 4-3. Diagram of Precipitation Frequency. (above 10.0mm ; 1931~1960)

Fig. 4-4. Diagram of Precipitation Frequency. (above 10mm ; Annual)

Table 4-1 10분 확률 우량에 대한 비교표

Duration (10min.)				Return Period (Yr.)							
Site				2	5	10	20	30	50	100	200
Seoul	건설부	14.1	21.0	25.5	29.9	32.4	35.6	39.6	43.9		
	본연구	14.2	20.3	24.3	28.1	30.2	32.8	36.3	39.8		
Bu San	건설부	12.7	17.3	20.3	23.3	24.9	27.0	29.9	32.7		
	본연구	13.2	17.7	20.7	23.6	25.2	27.2	30.0	32.7		
Yeo Su	건설부	14.1	17.5	19.5	21.4	22.4	23.7	25.4	27.0		
	본연구	13.9	17.4	19.5	21.3	22.4	23.6	25.2	26.8		
Po Hang	건설부	9.6	14.5	18.1	21.6	23.7	26.5	30.3	34.2		
	본연구	10.9	15.2	18.2	21.0	22.6	24.7	27.5	30.4		

Table 4-2 1일 확률 우량에 대한 비교표

Duration (1day)		Return Period (Yr.)								
		2	5	10	20	50	100	200	500	1000
Chung Ju	건설부	102.9	138.8	162.5	185.4	214.8	237.0	259.1	288.1	310.0
	본연구	104.9	145.9	173.3	199.8	234.5	260.9	287.6	323.8	351.8
Won Ju	건설부	127.3	197.0	243.6	288.7	346.6	390.2	433.8	490.8	534.0
	본연구	122.1	193.9	246.8	301.3	377.2	438.0	502.4	593.1	666.3
Jeong Seon	건설부	93.0	131.8	154.1	175.7	203.4	224.2	245.1	272.3	292.9
	본연구	103.6	142.8	166.8	188.5	215.1	234.2	252.6	276.1	293.5
Kang Reung	건설부	126.6	178.4	212.7	245.7	288.2	320.2	352.2	394.0	425.7
	본연구	133.3	192.9	234.0	274.4	328.4	370.2	413.0	471.7	517.7

Table 4-3 서울시 계획 강우량과의 비교표

Duration (1day)		Return Period (Yr.)					
		10	20	30	50	100	200
Seoul	본연구	227.3	256.1	272.1	291.4	316.7	341.1
	서울시	213.3	245.1	264.7	296.7	333.5	371.1

Table 4-4 포항시 계획 강우량과의 비교표

Return Period	본 연구	대수정규	Hazen	Gumbel-Chow	건설부
50 yr.	216.1	199.98	200.2	193.3	198.9
100 yr.	238.2	222.05	223.8	213.3	220.96

Table 4-5 각 지점별, 확률 년별 강우 강도식 및 편차 비교표

지점	RETURN PERIOD (YR.)											
	2	3	5	10	20	30	50	70	100	200		
포항	본 연구	式	310	181	202	228	251	264	280	291	301	322
		편차	$t-0.595$	$\sqrt{t}-2.02$	$\sqrt{t}-2.10$	$\sqrt{t}-2.16$	$\sqrt{t}-2.21$	$\sqrt{t}-2.22$	$\sqrt{t}-2.23$	$\sqrt{t}-2.24$	$\sqrt{t}-2.24$	$\sqrt{t}-2.24$
	한	式	237	288	347	423	498	542	599	676	757	805
		편차	$t-0.54$	$t-0.55$	$t-0.57$	$t-0.58$	$t-0.59$	$t-0.60$	$t-0.61$	$t-0.62$	$t-0.62$	$t-0.63$
	산.기.연	式	185	210	240	275	305	325	345	360	375	400
		편차	$\sqrt{t}+0.13$	$\sqrt{t}-0.16$	$\sqrt{t}-0.35$	$\sqrt{t}-0.58$	$\sqrt{t}-0.75$	$\sqrt{t}-0.83$	$\sqrt{t}-0.92$	$\sqrt{t}-0.98$	$\sqrt{t}-1.13$	$\sqrt{t}-1.15$
부산	본 연구	式	294	353	420	12822	14807	15917	17289	18168	19094	20790
		편차	$\sqrt{t}-0.69$	$\sqrt{t}-0.69$	$\sqrt{t}-0.73$	$t+148$	$\sqrt{t}+148$	$t+147$	$t+146$	$t+145$	$t+144$	$t+141$
	한	式	311	379	455	550	641	693	757	799	843	929
		편차	$\sqrt{t}+0.76$	$\sqrt{t}+0.95$	$\sqrt{t}+1.11$	$\sqrt{t}+1.28$	$\sqrt{t}+1.40$	$\sqrt{t}+1.46$	$\sqrt{t}+1.51$	$\sqrt{t}+1.55$	$\sqrt{t}+1.58$	$\sqrt{t}+1.62$
	산.기.연	式	210	240	270	315	355	375	400	420	435	470
		편차	$t-0.45$	$t-0.44$	$t-0.43$	$t-0.42$	$t-0.42$	$t-0.41$	$t-0.41$	$t-0.41$	$t-0.40$	$t-0.40$
여수	본 연구	式	245	283	326	379	432	586	624	648	671	716
		편차	$\sqrt{t}-0.93$	$\sqrt{t}-0.96$	$\sqrt{t}-0.93$	$\sqrt{t}-0.88$	$\sqrt{t}-0.80$	$t-0.53$	$t-0.53$	$t-0.53$	$t-0.53$	$t-0.53$
	한	式	267	312	362	425	486	521	565	594	625	686
		편차	$\sqrt{t}+0.02$	$\sqrt{t}+0.14$	$\sqrt{t}+0.27$	$\sqrt{t}+0.44$	$\sqrt{t}+0.60$	$\sqrt{t}+0.69$	$\sqrt{t}+0.80$	$\sqrt{t}+0.87$	$\sqrt{t}+0.95$	$\sqrt{t}+1.10$
	산.기.연	式	285	325	370	425	480	510	550	570	595	645
		편차	$\sqrt{t}+0.25$	$\sqrt{t}+0.33$	$\sqrt{t}+0.39$	$\sqrt{t}+0.44$	$\sqrt{t}+0.54$	$\sqrt{t}+0.57$	$\sqrt{t}+0.61$	$\sqrt{t}+0.62$	$\sqrt{t}+0.64$	$\sqrt{t}+0.67$
서울	본 연구	式	6564	7704	8935	10420	946	1029	537	561	586	633
		편차	$t+110$	$t+105$	$t+101$	$t+96.6$	$t-0.603$	$t-0.606$	$\sqrt{t}-2.09$	$\sqrt{t}-2.14$	$\sqrt{t}-2.20$	$\sqrt{t}-2.31$
	한	式			420	497						
		편차			$\sqrt{t}+0.19$	$\sqrt{t}+0.15$						
	산.기.연	式			460	560						
		편차			$\sqrt{t}+0.09$	$\sqrt{t}+0.09$						
				9.32	13.11							

편차단위 (mm)

간의 강수빈도로서 본 연구에서 1951年~1979年의 자료에 의거 작성된 강수빈도도(Fig. 4-2, 4-4)와 비교해 보면 다음과 같다.

1)  $\geq 1.0\text{mm}$ 의 강수량에 대한 과거의 강수빈도도는 12개 지점의 자료로 작성된 것이어서 자세한 비교는 어려우나 전반적인 강수현상 추세는 비슷한 것으로 보

여진다.

2)  $\geq 10.0\text{mm}$ 의 강수량에 대한 강수빈도도를 비교해 보면 年 35회의 발생선이 비교적 비슷한 형상을 보이고 있으나 여수 부근의 석유화학공업단지 지방에는 年 5회 정도의 증가 현상이 있음을 보여주고 있어서 산업발달에 의한 도시화 현상에 기인된 것으로 思慮된다.

(2) 確率 降雨量 및 確率 降雨強度의 比較 檢討

確率 降雨量은 建設部<sup>33)</sup> 또는 몇 個 市에서 現在 使用하고 있는 確率 降雨量과의 比較를 實施하였으며 確率 降雨強度式은 其間 實務에서 가장 많이 쓰이고 있는 延世大學校 産業技術研究所에서 李元煥<sup>19)</sup>의 研究와 最近 研究 發展된 韓<sup>15)</sup>의 研究의 偏差를 比較 檢討하였다.

但, 降雨強度式의 比較는 3.3節에서 記述한 바와 같이 1日을 3個의 持續時間으로 區分하여 各 區間에 對한 降雨強度式을 誘導하였으므로 他 研究의 降雨強度式 適用時間과의 一致를 위하여 40分~6時間에 對한 降雨強度式 및 偏差를 引用하였다.

이상과 같은 比較 檢討 結果

1) 本 研究의 確率 降雨量值가 既發表된 研究 結果值보다 크게 나타났으며 이는 基本資料와 資料 解析方法의 差에서 基因되는 것으로 판단되고 6·25 動亂을 前後로 하여 後半期 降雨量이 前半期 降雨量보다 증가되고 있는 現趨勢로 보아 本 研究의 結果值는 治水防 災面에서 매우 重要한 것으로 생각한다.

2) 確率 降雨 強度式의 偏差는 既發表된 研究 結果의 偏差에 比해 대단히 작았으며 本 研究에서의 確率 降雨 強度式은 가장 最近까지의 資料로서 解析되었으므로 매우 信賴할 수 있다고 생각하는 바이다.

5. 結 論

본 연구는 우리나라의 강수빈도 및 강우강도의 시간적, 공간적 분포분석에 관한 것으로 얻어진 결과를 요약하면 다음과 같다.

(1) 각 권역내의 최대 발생빈도 강수량 계급은 여름철을 제외한 모든 기간이 共히 1) 1~5mm, 2) 0.1~1.0mm, 3) 5~10mm 順이었으며, 여름철에는 보다 많은 量(5~20mm)의 강수량이 집중하고 있다.

(2) 강수량 계급에 따른 최대 발생빈도 권역은 年間 20mm 이하의 강수빈도는 II 권역, 30~40mm의 강수빈도는 IV 권역, 70mm 이상의 강수빈도는 I 권역이었다.

(3) 우리 나라 全域에 있어서 강수량의 생기확률은 지수함수의 식으로 대표할 수 있음을 알았다.

$$(W(x)=e^{-\alpha+\beta x})$$

(4) 각 권역별로 강수량에 따른 생기확률은 전반적으로 겨울, 봄, 가을, 年間, 여름의 順으로 커지나 IV 권역의 경우는 예외적으로 가을이 가장 컸다.

(5) 전국의 5개 권역 중 I 권역은 장기간 지속, III 권역은 단시간 지속 집중 호우지역으로 判단되었다.

(6) 강우형태는 10분~40분, 40분~4시간, 4시간~24시간으로 크게 나눌 수 있었으며, 이들 구간에 대해 지점별 확률 강우강도식을 유도하였다.

(7) 각 권역별로 24시간과 10분~18시간 지속시간과 강수량 상관식을 유도, 도시하였다.

感謝의 말씀

本 研究는 韓國科學財團 研究費의 도움으로 이루어졌으며, 同財團 關係者 諸位에게 깊은 感謝를 드립니다. 또한 本 研究의 遂行에 있어서 많은 協助를 하여 주신 研究員 여러분과 電算處理를 맡어 주신 延世大學校 컴퓨터센터 關係者들에게 感謝드립니다.

앞으로의 과제

본 연구가 완료됨으로써 다음과 같은 과업완수가 수행되어야 하겠다.

강수빈도 해석결과로부터는 앞으로 우리나라의 유역별 물수지에 관한 연구를 통해 가용 수자원의 수급계획 및 수자원의 계절별 적기확보방안을 결정하여야 할 것이다. 또한, 강우강도 해석 결과로부터는 확률 강수량 및 최대 가강수량에 대해 해석함으로써 계획강우량 설정과 치수방재대책의 시급한 수립이 요망된다.

제 2년차 및 3년차의 과제를 열거하면 아래와 같다.

- (1) 제 2년차 과제
  - 1) 유역별 물수지에 관한 연구
  - 2) 홍수 및 한발의 수문기상학적 특성 연구
  - 3) 유역별 가용 수자원의 추정 연구
  - 4) 수자원의 계절별 적기확보 방안
- (2) 제 3년차 과제
  - 1) 최대 가강수량의 추정에 관한 연구
  - 2) 확률 강수량에 관한 연구

REFERENCE

1. 久野重一郎: "降雨의 新法則에 對하여", 일본 토목학회지, 제13권 2호, 1927.
2. 志賀是文: "강우 특성에 對한 二, 三의 考察", 일본 토목학회 논문집 No. 59 pp. 43~48, 1958.
3. 小林康江, 石部幽香子: "雨量의 度數 分布에 對해서", 氣象과 統計 제 8권 3, 4호, pp. 51~53, 1958.
4. Cargton, Jr. S.A.: "Inadvertent Weather and

- Precipitation Modification by Urbanization", Proc. of A.S.C.E., Vol. 99 No. IR1 March, pp. 27~41, 1973.
5. T.A. Buishand : "Urbanization and Changes in Precipitation, A Statistical Approach", J. of Hydrology, pp. 365~375, 1979.
  6. U.S. Weather Bureau : "Rainfall Intensity-Frequency Regime", Tec. Paper No. 29 Part II, pp. 3~23, 1958.
  7. D.M. Hersfield : "Rainfall Frequency Atlas for the U.S.", U.S. Weather Bureau Tec. Paper No. 40, 1961.
  8. 石黒政義 : "일본 주요도시의 확률 강우 강도식에 대하여", 일본 토목학회 논문집 64호, pp. 21~27, 1959.
  9. 石黒政義 : "특성 계수법에 의한 확률 강우 강도식 산정에 대하여", 일본 토목학회 논문집 74호, pp. 19~26, 1961.
  10. 李元煥 : "중소하천 및 도시 하수도 계획 설계에 필요한 확률 강우 강도식의 유도", 연세대, 산업기술연구소, pp. 1~71, 1968.
  11. 최영박·박종훈 : "한국 중요도시 강우강도형의 지역별 특성 연구", 대한 토목학회지, 14-1, pp. 15~29, 1966.
  12. 최영박·이선근 : "한국 지방의 강우강도와 강도비 C치의 산정에 관하여", 대한 토목학회지, 16-2, pp. 61~72, 1968.
  13. 변근주 : "강우강도 계수법에 의한 강우 강도식 산정", 대한 토목학회지, 17-1, pp. 76~85, 1969.
  14. 조종책 : "한국 지점 강우의 장시간 확률 강우 강도식의 유도", 연세대 석사학위 논문, 1977.
  15. 한건연 : "도시하천 및 대도시 하수도 계획상의 설계 강우량 설정에 관한 수문학적 연구", 연세대, 석사학위논문, 1979.
  16. F.C. Bell : "Generalized Rainfall-Duration-Frequency Relationships", J. of Hydraulic Div. A.S.C.E., Vol. 95, pp. 311~327, 1969.
  17. E.E. Farmer : "Rainfall Intensity-Duration-Frequency Relations for the Wasatch Mt. of Northern Utah", W.R.R., Vol.8, No.1, pp. 266~271, 1972.
  18. V.R. Baghirathan & E.W. Show : "Rainfall Depth-Duration-Frequency Studies for Srilanka", J. of Hydrology, Vol. 37, pp. 223~239
  19. 중앙관상대 : "자기 우량 기록지", "기상 연보, 기상 월보" 1980
  20. 건설부 : 한국 수문 조사서(우량편) 1963.
  21. 박두일 外 2人 : "응용 통계학", 탐출판사, pp. 225~250, 1980.
  22. Siehmdund Brandt : "Statistical Computational Methods in Data Analysis", pp. 191~239, 270~289
  23. J. Nemeec : "Engineering Hydrology", Tata Mc-Hill, pp. 143~147, 1973.
  24. 윤훈남 : "수문학", 청문각, pp. 38~51, 273~324, 1977.
  25. 이원환 : "우리나라 주요지점에 있어서의 강우채택에 관한 수문통계학적 연구", 한국수문학회지 5-2, pp. 30~43, 1972.
  26. 이원환·이길춘·정연규 : "지점 강우 자료의 분포형 설정과 내용 안전 계수에 따르는 확률 강우량에 관한 고찰", 한국수문학회지 5-1, pp. 27~36
  27. 이원환 : "우리나라 지점 강우의 분포형 설정에 관한 연구", 대한토목학회지 19-1, 1969
  28. 이원환 : "국내 지점별 강우특성과 확률 강우량 산정에 관한 연구", 대한토목학회지 15-3, pp. 28~38, 1967.
  29. 이원환·김재한 : "회귀선에 의한 국내 지점 확률 강우량 산정에 관한 연구", 물의 과학 9-1, pp. 81~85
  30. 김희중 : "하천공학", 동명사, pp. 65~69, 1977.
  31. 矢野勝正 : "洪水特論", 理工圖書, pp. 113
  32. 水理土木研究會 編 : 水の森(シオリ), 조선 총독부 토목과內, 昭和 11年.
  33. 건설부 : "한국 하천 조사서"
  34. 중앙관상대 : "한국 기후도", 1962.